

AP20 Rec'd PCT/PTO 28 JUL 2005

Beschreibung

Strömungsmaschine

5 Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine mit einem Innengehäuse und einer drehbar gelagerten Turbinenwelle.

Unter einer Dampfturbine als Ausführungsform einer Strömungsmaschine im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird jede Tur-

10bine oder Teilturbine verstanden, die von einem Arbeitsmedium in Form von Dampf durchströmt wird. Im Unterschied dazu werden Gasturbinen mit Gas und/oder Luft als Arbeitsmedium durchströmt, das jedoch völlig anderen Temperatur- und Druckbedingungen unterliegt als der Dampf bei einer Dampfturbine.

15 Im Gegensatz zu Gasturbinen weist bei Dampfturbinen z. B. das einer Teilturbine zuströmende Arbeitsmedium mit der höchsten Temperatur gleichzeitig den höchsten Druck auf. Eine Dampfturbine umfasst üblicherweise eine mit Schaufeln besetzte drehbar gelagerte Turbinenwelle, die innerhalb eines Innenge-

20 häuses angeordnet ist. Bei Durchströmung des vom Innengehäuse gebildeten Innenraums des Strömungsraums mit erhitztem und unter Druck stehendem Dampf wird die Turbinenwelle über die Schaufel durch den Dampf in Drehung versetzt.

25 Die Schaufeln der Turbinenwelle werden auch als Laufschaufeln bezeichnet. Am Innengehäuse sind darüber hinaus üblicherweise Leitschaufeln aufgehängt, welche in die Zwischenräume der Laufschaufeln greifen. Das Innengehäuse kann man auch als Gehäusemantel bezeichnen. Eine Leitschaufel ist üblicherweise 30 an einer ersten Stelle entlang einer Innenseite des Dampfturbinengehäuses gehalten. Dabei ist sie üblicherweise Teil eines Leitschaufelkranzes, welcher eine Anzahl von Leitschaufeln umfasst, die entlang eines Innenumfangs des Innengehäuses angeordnet sind. Dabei weist jede Leitschaufel mit ihrem 35 Schaufelblatt radial nach innen.

Dampfturbinen oder Dampfteilturbinen können in Hochdruck-, Mitteldruck- oder Niederdruck-Teilturbinen eingeteilt werden. Die Eingangstemperaturen und Eingangsdrücke bei Hochdruck-Teilturbinen können 600°C bzw. 300 bar betragen.

5

Es sind eingehäusige Dampfturbinen bekannt, die eine Kombination aus einer Hochdruck- und einer Mitteldruckdampfturbine darstellen. Diese Dampfturbinen sind gekennzeichnet durch ein gemeinsames Gehäuse und eine gemeinsame Turbinenwelle und 10 werden auch als Kompakt-Teilturbinen bezeichnet.

Bei Dampfturbinen für höhere Dampfzustände wird üblicherweise ein Material aus hochchromhaltigem Werkstoff eingesetzt. Der hochchromhaltige Werkstoff ist üblicherweise ein Chromstahl 15 mit 9 bis 12 Gew.% Chromanteil. Bisher wurde als Material für das Innengehäuse der gleiche Werkstoff eingesetzt, der auch für die Turbinenwelle eingesetzt wird. Dies wurde mit notwendigerweise gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten für die Welle und das Gehäuse begründet. Der Einsatz des hochchromhaltigen Werkstoffes für die Turbinenwelle und das Innengehäuse führt zu kostenintensiven Ausführungsformen einer 20 Dampfturbine.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Strömungsma- 25 schine, insbesondere Dampfturbine, mit einem Innengehäuse und einer drehbar gelagerten Turbinenwelle anzugeben, die fertigungsorientiert einfacher ausgeführt werden kann.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Strömungsmaschine mit 30 einem Innengehäuse und einer drehbar gelagerten Turbinenwelle, wobei das Innengehäuse und die Turbinenwelle aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind, wobei das Innengehäuse aus einem Material mit geringer Warmfestigkeit hergestellt ist, als das Material, aus dem die Turbinenwelle 35 hergestellt ist, wobei die Turbinenwelle aus einem Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chrom und das Innengehäuse aus einem Chromgestell mit 1 bis 2 Gew.% Chrom hergestellt ist.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der Einsatz von gleichen hochchromhaltigen Werkstoffen sowohl für die Turbinenwelle als auch für das Innengehäuse nicht notwendig

5 ist. Es wurde überraschenderweise festgestellt, dass die Wärmeausdehnung für hohe Dampfzustände bei den eingesetzten Massen für die Turbinenwelle und des Innengehäuses geringer sind als eine vorgegebene Toleranzgrenze.

10 Bisher wurde bei der Fertigung von Strömungsmaschinen, insbesondere Dampfturbinen, gleichartige Werkstoffe für die Turbinenwelle als auch für das Innengehäuse eingesetzt. Um eine Dampfturbine schnell zu fertigen, müssen die Materialien für das Innengehäuse und für die Turbinenwelle zeitnah verfügbar

15 sind. Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag, unterschiedliche Materialien für das Innengehäuse und die Turbinenwelle einzusetzen ist es möglich, eine Dampfturbine fertigungsorientiert einfacher auszubilden.

20 Durch den Einsatz von einem Material für das Innengehäuse mit geringerer Warmfestigkeit als das Material für die Turbinenwelle ist es möglich, eine Strömungsmaschine kostengünstiger auszubilden, da Material mit hoher Warmfestigkeit üblicherweise teurer ist als Material mit geringerer Warmfestigkeit.

25 Darüber hinaus wird die Möglichkeit geschaffen, für das Innengehäuse ein Material einzusetzen, das gegenüber dem Material, das für die Turbinenwelle eingesetzt wird, eine geringere Warmfestigkeit besitzt. Außerdem kann das Material,

30 das für das Innengehäuse eingesetzt wird, eine höhere mechanische Festigkeit besitzen.

Mit Warmfestigkeit wird eine zulässige Spannungsbeanspruchung bei hohen Temperaturen verstanden.

35 Ein Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chrom besitzt eine hohe Warmfestigkeit, die besonders beim Einsatz für Turbinenwellen bei hohen Dampfzuständen notwendig ist. Ein Chromstahl mit 1

bis 2 Gew.% Chrom besitzt zwar eine geringere Warmfestigkeit als der Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chrom, dafür aber eine höhere, mechanische Festigkeit. Daher ist ein Chromstahl mit 1 bis 2 Gew.% Chrom sehr gut in Umgebungen mit geringeren 5 thermischen Belastungen geeignet. Insbesondere ist dieser Chromstahl für Innengehäuse in Dampfturbinen mit hohen Dampfzuständen geeignet.

10 Vorzugsweise weisen das Innengehäuse und die Turbinenwelle zumindest teilweise Bereiche auf, die zum Einsatz bei Temperaturen über 550°C ausgebildet sind.

15 Der Einsatz von verschiedenen Materialien für das Innengehäuse und für die Turbinenwelle ist besonders geeignet in Dampfturbinen, Hochdruck-Teilturbinen, Mitteldruck-Teilturbinen, kombinierten Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbinen oder kombinierten Mitteldruck- und Niederdruck-Teilturbinen. Ebenso können die verschiedenen Materialien in Pumpen, Verdichtern, Gasturbinen oder Kompressoren eingesetzt werden.

20 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Dabei haben mit denselben Bezugszeichen versehene Komponenten die gleiche Funktionsweise.

25 Die einzige Zeichnungsfigur zeigt im Einzelnen:

ein Schnittbild durch eine Kompakt-Teilturbine.

30 In der Figur ist ein Schnittbild einer Kompakt-Dampfturbine 1 dargestellt. Die Kompakt-Dampfturbine 1 weist ein Außengehäuse 2 auf, in dem eine Turbinenwelle 3 um eine Rotationsachse 4 drehbar gelagert ist. Die Kompakt-Dampfturbine 1 weist ein Innengehäuse 5 mit einem Hochdruckteil 6 und einem 35 Mitteldruckteil 7 auf. Im Hochdruckteil 6 sind verschiedene Leitschaufeln 8 angebracht.

Im Mitteldruckteil 7 ist ebenso eine Anzahl von Leitschaufeln 9 angebracht. Die Turbinenwelle 3 ist mittels Lagern 10, 11 drehbar gelagert. Das Innengehäuse 5 ist mit dem Außengehäuse 2 verbunden.

5

Die Dampfturbine 1 weist einen Hochdruckabschnitt 12 und einen Mitteldruckabschnitt 13 auf. Im Hochdruckabschnitt 12 sind Laufschaufeln 14 angebracht. Im Mitteldruckabschnitt 13 sind ebenso Laufschaufeln 15 angebracht.

10

Frischdampf mit Temperaturen von über 550°C und einem Druck von über 250 bar strömt in einen Einströmbereich 16. Der Frischdampf durchströmt die einzelnen Leitschaufeln 8 und Laufschaufeln 14 im Hochdruckteil 12 und wird hierbei entspannt und abgekühlt. Zumindest in diesem Bereich sollte das Innengehäuse 5 und die Turbinenwelle 3 für Temperaturen über 550°C ausgebildet sein. Hierbei wird die thermische Energie des Frischdampfes in Rotationsenergie der Turbinenwelle 3 umgewandelt. Die Turbinenwelle 3 wird dadurch in eine um die Rotationsachse 4 dargestellte Richtung in Drehung versetzt.

Nach der Durchströmung des Hochdruckteils strömt der Dampf aus einem Ausströmbereich 17 in einen nicht näher dargestellten Zwischenüberhitzer und wird dort auf eine höhere Temperatur und auf einen höheren Druck gebracht. Dieser erhitzte Dampf strömt anschließend über nicht näher dargestellte Leitungen in einen Mitteldruckeinströmbereich 18 in die Kompakt-Dampfturbine 1 ein. Der im Zwischenüberhitzer erhitzte Dampf strömt hierbei an den Laufschaufeln 15 und Leitschaufeln 9 vorbei und wird hierdurch entspannt und abgekühlt. Die Umwandlung der inneren Energie des zwischenüberhitzten Dampfes in eine kinetische Energie bewirkt eine Rotation der Turbinenwelle 3. Der im Mitteldruckteil 7 ausströmende und entspannte Dampf strömt aus einem Ausströmbereich 19 aus der Kompakt-Dampfturbine 1. Dieser ausströmende und entspannte Dampf kann in nicht näher dargestellten Niederdruck-Teilturbinen eingesetzt werden.

Die Turbinenwelle 3 ist in einem Lagerbereich 23 mit dem Außengehäuse 5 gelagert. Die Laufschaufeln 14, 15 sind nicht näher dargestellt. Der Frischdampf trifft zunächst auf den 5 mittleren Bereich 16 der Turbinenwelle 3 und entspannt sich im Hochdruckteil 6. Der Frischdampf kühlt sich hierbei ab. Nach dem Zwischenüberhitzer strömt der aus dem Hochdruckteil entspannte Dampf mit einer hohen Temperatur wieder in den mittleren Bereich 20. Der zwischenüberhitzte Dampf strömt 10 zunächst an der Stelle des Mitteldruck-Einströmbereichs 18 auf die Turbinenwelle 3 und entspannt sich und kühlt sich in Richtung des Mitteldruckteils 7 ab. Der im Mitteldruckteil 7 entspannte und abgekühlte Dampf strömt dann anschließend aus der Kompakt-Teilturbine 1. Die Turbinenwelle 3 weist ein 15 hochwarmfestes Material auf. Das hochwarmfeste Material ist ein Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chromanteil. Das Innengehäuse 5 wird aus einem unterschiedlichen Material hergestellt. Insbesondere wird das Innengehäuse 5 aus einem Material mit geringerer Warmfestigkeit hergestellt als das Material aus dem die Turbinenwelle 3 hergestellt ist. 20

Das Innengehäuse wird insbesondere aus einem Chromstahl mit 1 bis 2 Gew.% Chrom hergestellt.

25 Unterschiedliche Materialien können für die Turbinenwelle 3 und für das Innengehäuse 5 in Hochdruck-Teilturbinen, in Mitteldruck-Teilturbinen, kombinierten Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbinen oder kombinierten Mitteldruck- und Niederdruck-Teilturbinen, Pumpen, Verdichtern, Gasturbinen oder 30 Kompressoren eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine (1), mit einem Innengehäuse (5) und einer drehbar gelagerten Turbinenwelle (3),
5 dadurch gekennzeichnet, dass das Innengehäuse (5) und die Turbinenwelle (3) aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind, wobei das Innengehäuse (5) aus einem Material mit geringerer Warmfestigkeit hergestellt ist, als das
10 Material, aus dem die Turbinenwelle (3) hergestellt ist, wobei die Turbinenwelle (3) aus einem Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chrom und das Innengehäuse (5) aus einem Chromstahl mit 1 bis 2 Gew.% Chrom hergestellt ist.
- 15 2. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Innengehäuse (5) und die Turbinenwelle (3) zumindest teilweise Bereiche aufweist, die zum Einsatz bei Temperaturen über 550°C ausgebildet sind.
- 20 3. Strömungsmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, ausgebildet als Dampfturbine.
4. Strömungsmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
25 ausgebildet als Hochdruck-Teilturbine.
5. Strömungsmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ausgebildet als Mitteldruck-Teilturbine.
- 30 6. Strömungsmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ausgebildet als kombinierte Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine.
- 35 7. Strömungsmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ausgebildet als kombinierte Mittel- und Niederdruck-Teilturbine.

1/1

